

اثر تغییر روش آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد انگور بیدانه سفید (*Vitis vinifera* L.)

سجاد قاصدی یولقونلو^۱، حمید زارع ابیانه^۲، محمد علی نجاتیان^{۳*}، معصومه ملکی^۴ و روح‌اله کریمی^۵

۱. دانشجوی سابق دکتری پژوهشکده انگور و کشمش، دانشگاه ملایر

۲. استاد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳. دانشیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین و عضو گروه پژوهشی به‌زراعی و به‌نژادی پژوهشکده انگور و کشمش،

دانشگاه ملایر

۴. استادیار زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر

۵. استادیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۹)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تغییر شیوه آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای، بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی انگور بیدانه سفید، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در طی سال‌های زراعی ۹۴-۹۵ و ۹۵-۹۶ روی تاک‌های ۱۴ ساله اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: آبیاری جویچه‌ای ۱ (I₁)، قطره‌ای به‌همراه جویچه‌ای (I₂)، بابلر (I₃)، قطره‌ای ۱ (I₄)، ترکیب قطره‌ای سطحی و زیر سطحی (I₅)، قطره‌ای ۲ (I₆)، قطره‌ای ۳ (I₇) و جویچه‌ای ۲ (I₈) بودند. نتایج نشان داد که کلروفیل کل در تیمارهای قطره‌ای کاهش و اسیدآمین پرولین و گلاسیسین‌بتائین افزایش یافت. تیمار قطره‌ای ۱ (I₄) بیشترین غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ و از طرفی پایداری غشای کمتری داشت. از نظر عملکرد، تیمارهای جویچه‌ای ۲، قطره‌ای ۲ (I₆) و قطره‌ای ۳ (I₇)، به‌ترتیب با ۴۳، ۳۱ و ۲۸ تن در هکتار، بیشترین عملکرد محصول را به خود اختصاص داده بودند. همچنین تیمار قطره‌ای ۳ (I₇) با ۱/۲ گرم بیشترین وزن حبه را داشت. از نظر کارایی مصرف آب (WUE)، تیمار قطره‌ای ۲ (I₆) با ۱۰/۳ کیلوگرم انگور بر مترمکعب آب، مصرف آب بهینه‌تری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری به‌ویژه جویچه‌ای ۱ و جویچه‌ای ۲ داشت. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییر شیوه آبیاری جویچه‌ای ۱ به قطره‌ای، باعث اعمال تنش خشکی در تاک‌های مسن می‌گردد؛ اما عملکرد کاهش نمی‌یابد.

واژه‌های کلیدی: پایداری غشا، جویچه‌ای، درصد قند، قطره‌ای، کارایی مصرف آب.

Effects of altering furrow to drip irrigation systems on physiological traits and yield of Sultana grapevine (*Vitis vinifera* L.)

Sajad Ghasedi yulphonolu¹, Hamid Zare Abyaneh², Mohamad Ali Nejatian^{3*}, Maasumeh Maleki⁴ and Roohollah Karimi⁵

1. Fromer Ph.D. Student, Institute of Grapes and Raisins, Malayer University, Iran

2. Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, Bu Ali University, Hamedan, Iran

3. Associate Professor, College of Agriculture & Natural Resources, Qazvin, and Department of Crop and Breed, Institute of Grapes and Raisins, Malayer University, Iran

4. Assistant Professor, Faculty of Science, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran

5. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Malayer university, Malayer, Hamedan, Iran

(Received: Jun. 10, 2017 - Accepted: Oct. 21, 2017)

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of changing from furrow to drip irrigation methods on physiological traits and yield of Sultana grapevine, the experiment was set based on randomized complete block design with four replications during two years including 2015 and 2016 on 14-year-old vines irrigated by furrow method. Treatments of experiment consist of: furrow1 (I₁), combined drip and furrow irrigation (I₂), Bubbler irrigation (I₃), drip1 (I₄), combined surface and sub-surface drip irrigation (I₅), drip 2 (I₆), drip 3 (I₇) and furrow 2 (I₈). Results showed that total chlorophyll decreased in pressurized irrigation treatments while proline and GB was increased. The treatment of I₄ had the highest concentration of soluble carbohydrates and least cell membrane stability. The yield of I₈, I₆ and I₇ were 43, 31 and 28 ton/ha, respectively that were more than other treatments. The I₇ treatment had the most berry weight (1.2 gram). In terms of WUE, the I₆ (10.3) was more than other treatments especially I₁ and I₈ in this study. This research showed that changing furrow irrigation (I₁) to drip method, caused drought stress in old vineyards, but the yield was not reduced.

Keywords: Brix, drip, furrow, membrane stability, WUE.

* Corresponding author E-mail: nejatianali@yahoo.com

مقدمه

کشور ایران یکی از مراکز عمده تولید انگور در دنیاست؛ طبق گزارش فائو در سال ۲۰۱۱ تولید انگور در ایران ۲/۹ میلیون تن بود (Dolatibaneh, 2016). انگور افزون بر ارزش تغذیه‌ای بالا و فرآورده‌های متعدد، از نظر صادرات غیرنفتی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است (Nejatian, 2014)؛ به طوری که در سال ۲۰۱۶ بیش از ۱۲۰ هزار تن انواع کشمش به سایر کشورها صادر شد (TCCIMA, 2016). اغلب تاکستان‌های ایران به روش جویچه‌ای آبیاری می‌شوند (Agriculture Organization, 2017) که این روش، راندمان آبیاری پایینی دارد، از طرفی منابع آبی کشور به سرعت در حال کاهش می‌باشد یکی از راه‌های افزایش راندمان آبیاری استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار است (Shearer, 1978). پژوهش‌ها نشان داده است که آبیاری قطره‌ای، مناسب‌ترین شیوه آبیاری برای تاک‌ها می‌باشد و در حال حاضر بیشتر تاکستان‌های دنیا به صورت قطره‌ای آبیاری می‌شود (Goodwin, 1995). غرقاب کردن تاکستان باعث افزایش هزینه مصرف آب و کاهش کیفیت انگور می‌گردد (Jones, 2004)، در صورتی که انگور نیاز آبی بالایی ندارد و به شرایط کم‌آبی متحمل است (Mullins et al., 2004). در آبیاری جویچه‌ای، خاک به عنوان منبع ذخیره آب محسوب می‌شود و با هر آبیاری، این منبع دوباره پر می‌شود و به تدریج رطوبت آن تا آبیاری بعدی تا یک درجه خاصی تخلیه شده و مقدار کمی تنش خشکی به تاک‌ها وارد می‌شود (Stegman, 1983). مزایای آبیاری قطره‌ای برای تاک‌داران کاملاً واضح است، برخلاف این‌که تغییر روش آبیاری از غرقابی به قطره‌ای، ممکن است با تغییر الگوی پراکنش ریشه‌ها در شرایط آب و هوایی گرم و خشک، تأثیرات منفی روی رشد تاک‌ها داشته باشد؛ در صورتی که آبیاری قطره‌ای به دلیل راندمان بالا و تبخیر کم از سطح خاک، مصرف آب پایینی دارد (Saayman & Lambrechts, 1995). تغییر شیوه آبیاری از جویچه‌ای به قطره‌ای، ممکن است باعث بروز تنش خشکی در تاک شود که یک عامل محدودکننده رشد گیاهان است (Soar & Loveys, 2007)؛

(Nikanfar & Rezaee, 2015)؛ به طوری که سیستم ریشه تاک‌ها در آبیاری جویچه‌ای گسترده است که با اجرای آبیاری قطره‌ای، بخشی از خاک خشک و ریشه‌های آن غیرفعال می‌گردد که در این صورت، مشابه آبیاری بخشی ریشه (PRD)، اتفاق می‌افتد (Soar & Loveys, 2007). تحقیقات نشان داده است، کم آبیاری، موجب کاهش محصول (Sheng et al., 2013) و پایداری غشای سلولی در تاک‌ها شد (Ghaderi et al., 2010). در شرایطی که گیاه دچار تنش کم‌آبی می‌شود، ترکیباتی از جمله پرولین، قندهای محلول و گلیسین‌بتائین در داخل سلول‌های برگ بیشتر شده و موجب کاهش پتانسیل اسمزی و افزایش قدرت نگهداری آب سلولی می‌گردد (Kamangir & Haddad, 2015; Jalili marandi et al., 2011). خشکی باعث کاهش کلروفیل و افزایش پرولین برگ در دو رقم رشه و خوشناو شد (Ghaderi et al., 2006). هم‌چنین میزان گلیسین‌بتائین برگ در دو رقم انگور صاحبی و پرلت در شرایط خشکی افزایش یافت (Kamangir & Haddad, 2015). در یک مطالعه، اثر شیوه‌های آبیاری جویچه‌ای، بابلر (نوعی آبیاری قطره‌ای با دبی بالا) و قطره‌ای روی تاک‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت که در آن، آبیاری قطره‌ای باعث افزایش کارایی مصرف آب گردید (Tayel et al., 2008). آبیاری قطره‌ای باعث کاهش اسیدیته حبه‌های انگور و رشد شاخه‌ها می‌شود (Pire & Ojeda, 1999). Bowen et al. (2012) به این نتیجه رسیدند که تغییر شیوه آبیاری از بارانی به قطره‌ای، موجب کاهش عملکرد در سال اول آزمایش شد. رویکرد اصلی این پژوهش، ارزیابی تغییر شیوه آبیاری از جویچه‌ای به روش‌های آبیاری قطره‌ای و اثر آن روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، کمی و کیفی محصول و کارایی مصرف آب بود که با توجه به میزان عملکرد و آب مصرفی، مناسب‌ترین شیوه آبیاری انتخاب گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طول دو سال زراعی ۹۴-۹۳ (سال اول) و ۹۵-۹۴ (سال دوم) در یکی از تاکستان‌های نمونه

۱۴ ساله به فرم رشد خزنده رقم بیدانه سفید، آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار صورت گرفت و تعداد تاک در هر واحد آزمایشی شش عدد بود. تیمارهای آبیاری در سال اول شامل پنج تیمار آبیاری جویچه‌ای ۱ طبق عرف منطقه با دور آبیاری ۲۵ روز (I_1)، قطره‌ای به همراه جویچه‌ای (I_2)، آبیاری بابلر (I_3)، قطره‌ای ۱ (I_4) و ترکیب قطره‌ای سطحی و زیرسطحی (I_5) بود. به همین ترتیب در سال دوم با توجه به نتایج سال اول تیمارهای آبیاری جویچه‌ای ۱ با دور آبیاری ۲۵ روز (I_1)، قطره‌ای به همراه جویچه‌ای (I_2)، آبیاری بابلر (I_3)، قطره‌ای ۱ (I_4)، قطره‌ای ۲ (I_6)، قطره‌ای ۳ (I_7) و جویچه‌ای ۲ با دور آبیاری ۱۵ روز اعمال شد (جدول ۲). بدین ترتیب تیمار آبیاری ترکیب قطره‌ای سطحی و زیرسطحی (I_5)، به دلیل آسیب دیدگی طی عملیات خاک‌ورزی در سال اول و افزایش علف‌های هرز در زیر تاج تاک‌ها، حذف و تیمارهای آبیاری قطره‌ای ۲ (I_6) و قطره‌ای ۳ (I_7) جایگزین شده و همچنین یک تیمار آبیاری سطحی به عنوان آبیاری جویچه‌ای ۲ با دور آبیاری ۱۵ روز، به تیمارهای آزمایش اضافه شد. طراحی و اجرای سامانه‌های آبیاری زیر فشار، با رعایت چهار متر فاصله ردیف‌ها و ۲-۲/۵ متر فاصله بوته‌ها روی ردیف صورت گرفت. قطره‌چکان‌های مورد استفاده نتافیم (Netafim) بود.

شهرستان ملایر از استان همدان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه، با ارتفاع ۱۷۷۰ متر از سطح دریا انجام شد. آب و هوای منطقه نیمه‌خشک، میانگین دمای سالانه و بارندگی آن در بازه زمانی ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۴ میلادی به ترتیب ۱۳/۲ درجه سلسیوس و ۳۴۵ میلی‌متر بود (Meteorological Organization, 2017). قبل از شروع آزمایش، از سه عمق ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتی‌متری خاک تاکستان و از آب آبیاری، نمونه‌برداری و برای اندازه‌گیری ویژگی آن‌ها، به آزمایشگاه منتقل شد. جدول ۱ نتایج مربوط به آزمایش ویژگی‌های خاک را نشان می‌دهد.

طبق نتایج pH آب ۷/۱۲ و هدایت الکتریکی آن ۰/۶ دسی‌زیمنس بر متر است. شاخص کلراید و میزان بی‌کربنات آب به ترتیب ۱/۹۸ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد. حد مجاز نیتروژن و فسفر خاک به ترتیب ۱/۷ درصد و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که نشان‌دهنده کمبود این دو عنصر بود؛ به همین منظور ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل در شروع آزمایش به صورت چال کود ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره به صورت پایه و سرک، به خاک اضافه شد (Nejatian, 2013).

به منظور بررسی اثر تغییر روش آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای، روی برخی صفات رشدی و عملکرد تاک‌های

جدول ۱. ویژگی‌های خاک مزرعه در سه عمق

Table 1. Characteristics of the field soil in the three depths

Depth (cm)	Texture (-)	Bulk Density (g/cm^3)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	EC (ds/m)	Content of moisture (%)	
							FC	PWP
0-30	Loam	1.4	0.7	5.6	220	0.7	23	12
31-60	Loam	1.4	0.2	5.7	235	0.6	24	13
61-90	Clay loam	1.4	0.2	5.7	234	0.7	25	13



شکل ۱. تیمارهای آبیاری بابلر (I_3) (راست) و قطره‌ای ۱ (I_4) (چپ)

Figure 1. Irrigation treatments of Bubbler (I_3) (right) and drip1 (I_4) (left)

به‌روش حجم‌سنجی توسط کنتور با دقت ۰/۱ لیتر انجام شد. در طول آزمایش مبارزه مکانیکی و شیمیایی با علف‌های هرز انجام و کوددهی به‌وسیله تانک کود سامانه آبیاری صورت گرفت.

برای تعیین صفات فیزیولوژیکی آزمایش، از آخرین برگ توسعه‌یافته (برگ ۴-۶) که در مقابل نور خورشید بوده، بعد از کامل شدن تاج تاک‌ها نمونه‌برداری شد (Mazaheri, et al., 2016). اندازه‌گیری کلروفیل کل به‌روش (Arnon 1967) و شاخص پایداری غشاء نمونه‌های برگ به‌روش Shyfrav & Baker (1996) صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری پرولین و قندهای محلول، از برگ‌های تازه، عصاره الکلی تهیه شد و سپس پرولین از روش Bates et al. (1973) و قندهای محلول برگ از طریق معرف آنترون (Irigoyen et al., 1992) به‌دست آمد. میزان گلاسیسین‌بتائین برگ هم در سال دوم آزمایش و بعد از خشک‌کردن برگ‌ها در دمای اتاق به‌روش Grieve & Gratan (1983) اندازه‌گیری شد.

زمان برداشت و نمونه‌برداری از عملکرد اواخر شهریور بود؛ به‌طوری‌که از هر واحد آزمایشی به‌طور تصادفی ۱۰ خوشه انتخاب و سپس به‌وسیله کولیس طول و عرض خوشه‌ها اندازه‌گیری و سپس توزین شدند. از هر خوشه‌های نمونه‌برداری شده، ۱۰ حبه به‌صورت تصادفی انتخاب و به‌وسیله ترازوی DG-V320A توزین شدند و سپس به‌وسیله کولیس دیجیتالی مدل General Tools با دقت ۰/۲ میلی‌متر طول و عرض حبه‌ها محاسبه شد. درصد قند حبه‌های نمونه‌برداری شده با رفرکتومتر دستی ATAGO اندازه‌گیری شد. سپس از حبه‌ها آب انگور تهیه و اسیدیته نمونه‌ها بلافاصله از طریق پی‌اچ متر مدل MTT65 اندازه‌گیری شد.

مقدار آب مورد نیاز تیمارهای قطره‌ای به‌روش نقصان رطوبت خاک (SMD)، براساس تخلیه ۶۰-۵۰ درصد رطوبت قابل دسترس خاک ناحیه ریشه، به‌طریق وزنی مطابق رابطه ۱ بود (Myburgh, 2003).

$$SMD = (\theta_{fc} - \theta_{ir}) \rho_b \times D_z \quad (1)$$

در این رابطه، SMD نقصان رطوبت خاک (میلی‌متر)، θ_{fc} رطوبت وزنی در ظرفیت مزرعه (درصد)، θ_{ir} رطوبت وزنی در زمان آبیاری (درصد)، ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و D_z عمق توسعه ریشه (میلی‌متر) می‌باشد. بدین ترتیب مقدار آب آبیاری پس از محاسبه SMD و لحاظ راندمان آبیاری ۹۰ درصد برای قطره‌ای، ۸۰ درصد برای بابلر و آبشویی ۱۰ درصد برای همه تیمارهای آبیاری زیرفشار اعمال شد (Ley, 1994). در روش‌های آبیاری جویچه‌ای ۱ و ۲ دبی اختصاصی به هر جویچه ۱/۸ لیتر در ثانیه و سهم هر بوته در هر نوبت حجمی معادل ۰/۷۸ مترمکعب بود.

در تیمار آبیاری قطره‌ای به‌همراه جویچه‌ای (I_2)، علاوه بر انجام آبیاری قطره‌ای، دو نوبت آبیاری سطحی در ابتدای زمستان و اوایل تابستان، به‌مقدار ۰/۷۸ مترمکعب آب برای هر تاک صورت گرفت. در جدول ۲ علت تفاوت در تعداد نوبت‌های آبیاری تیمارهای آزمایش، لحاظ نقصان رطوبت خاک در تعیین زمان مجدد آبیاری و گرمتر بودن دمای هوا در سال اول بود. هم‌چنین در تیمار ترکیب قطره‌ای سطحی و زیرسطحی (I_5)، علاوه بر اختصاص قطره‌چکان‌های سطحی، دو قطره‌چکان زیرسطحی با آبدی هشت لیتر در ساعت، از طریق انشعاب اسپاگتی در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک برای هر بوته نصب گردید. کنترل مقدار آب اختصاصی به تیمارهای قطره‌ای،

جدول ۲. مشخصات تیمارهای آزمایش

Table 2. Specifications of experimental treatments

Treatments	Lateral No.	Dripper No. per plant	Dripper discharge (L/h)	Irrigation No.		Volume of an irrigation (L/plant)	Volume of annual irrigation (m ³ /plant)	
				First year	Second year		First year	Second year
I_1	-	-	-	5	5	785	3.9	3.9
I_2	1	3	8	13	9	147	3.5	3.4
I_3	1	1	100	17	12	216	3.8	2.4
I_4	1	3	8	17	12	144	2.2	1.9
I_5	1	5	8	17	-	203	3.2	-
I_6	1	4-5	8	-	12	203	-	2.4
I_7	2	8	8	-	10	354	-	3.6
I_8	-	-	-	-	-	785	-	7

جوانه‌های اولیه، جوانه‌های ثانویه شروع به رشد کردند که فاقد محصول بودند.

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در طول دوره آزمایش در جدول ۳ آمده است؛ نتایج نشان داد که در سال اول تیمارهای آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی، به‌غیر از قندهای محلول برگ تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اما در سال دوم آزمایش، تیمارهای آبیاری باعث تغییر معنی‌دار صفات فیزیولوژیک و ویژگی‌های کمی و کیفی عملکرد شدند.

عدم واکنش بوته‌ها به تغییر شیوه آبیاری در سال اول آزمایش، نسبت به برخی از صفات ارزیابی شده، به‌خاطر از بین رفتن محصول در اثر سرمازدگی می‌باشد که موجب تحمل تاک‌ها به تغییر شیوه آبیاری شده است. علی‌رغم این‌که بین رشد رویشی و زایشی تاک رقابت وجود دارد (Choi et al., 1997).

از هر تیمار ۲۰ گرم کشمش تیزابی به‌صورت سایه خشک به‌دست آمد و سپس فنل کل با استفاده از معرف فولین‌سیوکالتو و به‌روش Marinova et al. (2005) انجام گردید. تجزیه و تحلیل و رابطه همبستگی صفات اندازه‌گیری از طریق نرم افزارهای Microsoft Excel و Minitab 17 به‌دست آمده و مقایسه‌های میانگین به‌وسیله آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

جوانه تاک‌ها در سال اول آزمایش، در تاریخ ۲۵ فروردین و ۶ اردیبهشت سال ۹۴ که کمینه دما زیر صفر درجه سلسیوس بود، دچار سرمازدگی شدند (شکل ۲) که باعث از بین رفتن محصول شده و صفات اندازه‌گیری تحت تأثیر قرار گرفت. پس با از بین رفتن



شکل ۲. خشک شدن جوانه شاخه‌ها در اثر سرمای دیررس بهاره در سال ۹۴ (سال اول آزمایش)

Figure 2. Dry buds caused by spring frost in 2015 (first year of experiment)

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در سال اول و دوم آزمایش

Table 3. ANOVA of measured traits, in the first and second year of experiment

Year	S.O.V	df	Total chlorophyll	Proline	Glycine Betaine	Soluble sugars	Membrane stability index	Cluster Weight	Berry weight	Berry Width	Brix	Raisin weight	pH	Berry Phenol	Yield	WUE
First	Block	3	0.0001	20	-	1027*	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Irrigation	4	0.0003	9	-	4168**	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Error	12	0.0009	54	-	1023	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C.V	-	30	20	-	8	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Second	Block	3	0.0001	24	186	424*	113	3193	0.09	0.69	8	0.007	0.4*	0.02	123	11
	Irrigation	6	0.0007*	378**	142**	2543**	2543**	60620*	0.24*	5*	55**	0.04**	.08**	0.04	1033**	181**
	Error	18	0.0009	246	45	523	899	47851	0.19	6	20	0.02	0.04	0.1	573	43
	C.V	-	7	18	27	8	8	21	10	7	4	11	1	10	28	29

*, **, -: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نمونه‌برداری نشده.

*, **, -: Significantly different at 5 and 1% of probability levels, and none sampling, respectively.

حجم کمتری از خاک را مرطوب می‌سازند، باعث اعمال تنش کم‌آبی به تاک‌های مسن شده و در نتیجه غلظت پرولین و گلایسین‌بتائین بیشتری داشتند، نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که بین این دو تنظیم‌کننده، همبستگی مثبت ($R^2=0.58$) وجود دارد. در اثر کم‌آبی، گلوتامات برای ساخت پرولین به کار برده می‌شود؛ از طرفی چون گلوتامات پیش‌ماده کلروفیل می‌باشد؛ پس با افزایش پرولین برگ، غلظت کلروفیل کم می‌شود (Heidari Sharif Abad, 2001). با توجه به افزایش تنظیم‌کننده‌های اسمزی از جمله اسیدآمینه پرولین در برگ تاک‌های برخی از تیمارهای قطره‌ای (I_2, I_3, I_4, I_5)، می‌توان نتیجه گرفت که این تیمارها در اثر تغییر شیوه آبیاری جویچه‌ای به قطره‌ای دچار تنش کم‌آبی شده‌اند.

در سال اول تیمار قطره‌ای ۱ (I_4) و در سال دوم تیمارهای قطره‌ای (I_4)، قطره‌ای به همراه جویچه‌ای (I_2) و جویچه‌ای ۱ (I_1) بیشترین میزان قندهای محلول برگ را داشتند و تیمار جویچه‌ای ۲ (I_8) که حجم آبیاری بالایی داشت، کمترین میزان قندهای محلول برگ را به خود اختصاص داد. شیوه آبیاری قطره‌ای ۱ (I_4) نسبت به سایر روش‌های آبیاری، حجم آبیاری کمتری دارد که باعث القای تنش کم‌آبی در بوته‌های تاک می‌گردد. برخی تحقیقات انجام شده روی انگور نشان داده است که در شرایط کم‌آبی، قندهای محلول برگ افزایش می‌یابد (Patakas, 2000; Talayi et al., 2010; Jalili marandi et al., 2011). قندهای محلول از اسمولیت‌ها به‌شمار می‌رود و در حفظ آماس سلول و پایداری غشا نقش دارد (Patakas, 2000).

در شرایطی که تاک‌های مسن از ابتدا (نهال) به‌صورت قطره‌ای آبیاری شوند؛ دچار کم‌آبی در دوره رشد خود نمی‌شوند (Araujo et al., 1995). اما اگر شیوه آبیاری تاک‌های مسن، از آبیاری با حجم زیاد (بارانی) به قطره‌ای تبدیل شود؛ تاک‌ها تا چند سال، دچار کم‌آبی خواهند بود (Bowen et al., 2012). در این پژوهش، تاک‌های مسن انگور، قبلاً به‌صورت جویچه‌ای ۱ (I_1) آبیاری می‌شد و این شیوه آبیاری حجم بیشتری از خاک را مرطوب می‌سازد؛ به همین دلیل تاک‌ها دارای ریشه‌های گسترده می‌باشند. به‌خاطر اینکه آبیاری قطره‌ای نسبت به جویچه‌ای بخش کمتری از خاک را مرطوب می‌سازد، تغییر شیوه آبیاری به قطره‌ای، باعث خشک شدن بخشی از خاک حاوی ریشه تاک‌ها می‌گردد که مشابه شیوه آبیاری بخشی ریشه (PRD) اتفاق می‌افتد که موجب القای تنش کم‌آبی در تاک‌های انگور می‌شود (Chaves et al., 2007).

مطابق جدول ۴، تیمارهای آبیاری قطره‌ای (I_2 تا I_7) باعث کاهش غلظت کلروفیل کل را در سال دوم آزمایش گردید. تحقیقات زیادی نشان داده است که تنش کم‌آبی باعث کاهش کلروفیل در تاک‌ها می‌شود (Basra, 1997; Heidari, 2001; Talayi et al., 2010; Jalili Marandi et al., 2011). اسیدآمینه پرولین و گلایسین‌بتائین از متابولیت‌های ثانویه‌ای است که در شرایط تنش‌های محیطی از جمله کم‌آبی افزایش می‌یابند که نوعی تنظیم اسمزی در سلول‌های گیاهی برای حفظ محتوی آب می‌باشد (Kamangir & Haddad, 2015). تیمارهای آبیاری بابلر (I_3) و قطره‌ای ۱ (I_4)، به‌علت اینکه

جدول ۴. مقایسات میانگین اثر تیمارهای آبیاری بر صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در سال اول و دوم آزمایش

Table 4. Mean comparison of the effect of irrigation treatments on physiological traits, in the first and second year of experiment

Treatments	Measured traits					
	Total chlorophyll (mg/g)	Proline (mg/L)	Glycine Betaine (μ M/g Dw)	Soluble sugars (mg/g)	Membrane stability index (-)	
First year	I_1	21 ^a	9.1 ^a	-	106 ^b	73 ^a
	I_2	25 ^a	10.5 ^a	-	99 ^{bc}	76 ^a
	I_3	19 ^a	10.2 ^a	-	109 ^{ab}	78 ^a
	I_4	23 ^a	10.9 ^a	-	127 ^a	84 ^a
	I_5	17 ^a	10.9 ^a	-	83 ^c	70 ^a
Second year	I_1	21 ^a	16.3 ^b	318 ^c	66 ^a	86 ^a
	I_2	15 ^{ab}	19 ^{ab}	285 ^c	67 ^a	81 ^a
	I_3	16 ^{ab}	22.3 ^a	468 ^a	62 ^{ab}	83 ^a
	I_4	11 ^b	18 ^{ab}	457 ^{ab}	66 ^a	58 ^b
	I_5	-	-	-	-	-
	I_6	16 ^{ab}	17 ^b	333 ^c	56 ^{abc}	81 ^a
	I_7	13 ^{ab}	16 ^b	345 ^{bc}	53 ^{bc}	88 ^a
	I_8	20 ^{ab}	15.5 ^b	281 ^c	46 ^c	87 ^a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آزمون توکی فاقد تفاوت معنی‌دار ($p < 0.05$) می‌باشند. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different according to the Tukey test ($p < 0.05$).

تیمار قطره‌ای ۳ (I₇) با ۳۰۸ و ۱/۲ گرم، به ترتیب بیشترین وزن خوشه و حبه را به خود اختصاص داده و با تیمار قطره‌ای ۱ (I₁) تفاوت معنی‌داری داشت، اما با تیمارهای جویچه‌ای تفاوت معنی‌داری نداشت که *Smart et al.* (1974) و *Bowen et al.* (2012) به نتایج مشابه دست یافته بودند. هم‌چنین بین وزن حبه و خوشه همبستگی مثبت ($R^2=0/62$) وجود داشت. نتایج نشان داد که روش آبیاری بر طول حبه تأثیری نداشته، اما در عوض، عرض حبه دچار تغییر شده و تیمار قطره‌ای ۱ (I₁) نسبت به سایر تیمارهای آزمایش، کمترین عرض حبه را داشته و با وزن حبه همبستگی مثبت ($R^2=0/63$) دارد.

طبق جدول ۳ تیمار قطره‌ای ۲، (I₆) با ۱۹/۷ درصد کمترین قند حبه را داشته و با سایر تیمارهای آبیاری به غیر از آبیاری جویچه‌ای ۱ (I₁) تفاوت معنی‌داری داشت. وزن کشمش، تحت تأثیر وزن حبه و درصد قند می‌باشد که تیمار آبیاری جویچه‌ای ۲ (I₈) با ۰/۳۷ گرم، بیشترین وزن کشمش را به خود اختصاص داده است. تیمارهای قطره‌ای به‌ویژه قطره‌ای ۱ (I₄)، باعث افزایش اسیدیته حبه شدند که در تأیید این نتایج، برخی از تحقیقات نشان داده است که کم‌آبیاری باعث افزایش اسیدیته حبه می‌گردد (Taher Khani & Golchin, 2011; Bowen et al., 2012). طبق جدول ۷، pH حبه، با وزن و درصد قند حبه همبستگی مثبت دارد. شیوه‌های آبیاری، تأثیری بر فنل کشمش نداشت، که با نتایج *Poni et al.* (2007) مشابهت دارد که در طی آن اثر آبیاری بخشی (PRD) را روی انگور رقم *Sangiovese* ارزیابی کرده بودند.

Talayi et al. (2010) نشان دادند که در دو رقم ساهانی و بیدانه سفید، میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ در برابر خشکی حساس‌تر از کلروفیل بوده و در اثر آن افزایش می‌یابد، که با نتایج این پژوهش نزدیکی دارد. افزایش فندهای محلول برگ در تیمار آبیاری جویچه‌ای ۱ (I₁)، نشان‌دهنده تعدا دفعات کم آبیاری و تخلیه بیشتر رطوبت خاک قبل از هر نوبت آبیاری می‌باشد. در سال دوم آزمایش شیوه آبیاری قطره‌ای ۱، (I₄) باعث کاهش پایداری غشای سلولی تاک‌ها شد که با نتایج *Mehri et al.* (2014) مشابهت دارد. در اثر کم آبیاری، ترکیبات رادیکالی از جمله O²⁻ در گیاه ایجاد می‌شود که این ترکیبات به غشای سلولی، ساختار فتوسنتزی و سایر فرایندهای سلولی آسیب می‌زند که باعث نشت مواد سلولی و کاهش پایداری غشا می‌شود (Sarima & Srivastava, 2002). در این پژوهش، با وجود اینکه در تیمار قطره‌ای ۱ (I₄) تنظیم‌کننده‌های اسمزی که از غشای سلولی در برابر ترکیبات رادیکالی محافظت می‌کند، بیشتر بود؛ پایداری غشای پایینی داشت که با نتایج *Ghasedi & Hadi* (2011) مشابهت دارد. علت این اتفاق می‌تواند به‌خاطر بیشتر بودن ترکیبات رادیکالی در تیمار قطره‌ای ۱ (I₄) باشد؛ هرچند در سایر تیمارهای قطره‌ای، تنظیم‌کننده‌های اسمزی و پایداری غشای بالایی داشتند. با صرف‌نظر از عملکرد سال اول، به دلیل سرمازدگی بهاره و مینا قرار دادن عملکرد سال دوم، می‌توان نقش تغییر روش آبیاری را بهتر تبیین نمود. لذا جدول ۵ مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی خوشه و حبه‌ها در سال دوم آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول ۵. مقایسات میانگین صفات کمی و کیفی خوشه و حبه انگور در سال دوم آزمایش

Table 5. Mean comparison of the quality and quantity traits of cluster and berry, in the second year of experiment

Treatments	Quantity traits of yield			Quality traits of yield			
	Cluster Weight (g)	Berry weight (g)	Berry width (mm)	Brix (%)	Raisin weight (g)	pH	Berry Phenol (g/L)
I ₁	203 ^{ab}	1 ^{ab}	8.3 ^{ab}	22 ^{ab}	0.21 ^{bc}	3.60 ^{ab}	6.8 ^a
I ₂	195 ^{ab}	1 ^{ab}	8.8 ^a	23.8 ^a	0.3 ^{abc}	3.68 ^a	6.6 ^a
I ₃	219 ^{ab}	1 ^{ab}	8.2 ^{ab}	23.5 ^a	0.3 ^{abc}	3.60 ^{ab}	7 ^a
I ₄	156 ^b	0.9 ^b	7.3 ^b	23.7 ^a	0.2 ^c	3.40 ^b	6.5 ^a
I ₅	-	-	-	-	-	-	-
I ₆	258 ^{ab}	0.99 ^{ab}	8 ^{ab}	19.7 ^b	0.25 ^{bc}	3.50 ^{ab}	6.9 ^a
I ₇	308 ^a	1.2 ^a	8.3 ^{ab}	23.6 ^a	0.37 ^a	3.60 ^{ab}	6.7 ^a
I ₈	257 ^{ab}	1.1 ^{ab}	8.3 ^{ab}	23.6 ^a	0.36 ^{ab}	3.68 ^a	6.6 ^a

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آزمون توکی فاقد تفاوت معنی‌دار ($p < 0/05$) می‌باشند. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different according to the Tukey test ($p < 0.05$).

داشت. در بین روش‌های آبیاری قطره‌ای تیمارهای قطره‌ای ۲ (I₆) با ۲/۴ و قطره‌ای ۳ (I₇) به‌میزان ۳/۶ متر مکعب آب برای هر تاک، و به‌ترتیب با ۳۱ و ۲۸ تن در هکتار، عملکرد مطلوبی را به خود اختصاص داده بودند که نسبت به آبیاری جویچه‌ای ۱ (I₁) با ۲۴ تن در هکتار، محصول بیشتری داشته، اما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. در حالی که مصرف آب در آبیاری جویچه‌ای ۱ که عرف منطقه می‌باشد، ۳/۹ متر مکعب به‌ازای هر تاک است. این نتیجه بیانگر راندمان بالای شیوه‌های آبیاری قطره‌ای و تامین مناسب‌تر رطوبت ناحیه ریشه است. در بین شیوه‌های آبیاری، تیمارهای بابلر (I₃)، قطره‌ای ۱ (I₄) و قطره‌ای به‌همراه سطحی (I₂)، عملکرد کمتری نسبت به آبیاری جویچه‌ای ۱ داشتند که در این بین، تیمار I₄ نسبت به سایر روش‌های آبیاری مصرف آب کمتری داشت. تیمار I₂ علاوه بر آبیاری قطره‌ای، به‌صورت جویچه‌ای هم آبیاری می‌شد؛ اما این موجب افزایش عملکرد نشد. به‌نظر می‌رسد که شیوه آبیاری بابلر (I₃)، روش مناسبی برای آبیاری تاک نباشد؛ چون با وجود اینکه از نظر مصرف آب با تیمار قطره‌ای ۲ (I₆) برابر بود، اما به‌میزان ۱۱ تن در هکتار، عملکرد کمتری نسبت به آن داشت. یکی از راه کارهای ترغیب بوته از رشد رویشی به زایشی، استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای می‌باشد؛ که ضمن متعادل کردن رشد رویشی، منجر به کاهش عملکرد نمی‌شود (Van Zyl & Huyssteen, 1988).

جدول ۶ مربوط به عملکرد و کارایی مصرف آب (WUE)، برحسب کیلوگرم انگور بر مترمکعب آب مصرفی، در سال دوم آزمایش می‌باشد. با توجه به خسارت سرمازگی در سال اول، نتایج سال دوم آزمایش ملاک مقایسه بین تیمارهای آبیاری قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد در اثر شیوه‌های آبیاری، دچار تغییر شده و هم‌چنین کارایی مصرف آب در تیمارهای قطره‌ای افزایش یافت.

جدول ۶. مقایسات میانگین عملکرد و کارایی مصرف آب و میزان آب مصرفی در تیمارهای سال دوم آزمایش

Table 6. Mean comparison of the yield, WUE and irrigation volume of treatments in the second year of experiment

Treatments	Measured traits		
	Yield (Ton/ha)	WUE (kg/m ³)	Irrigation volume (m ³ /plant)
I ₁	24 ^{bcd}	4.9 ^c	3.9
I ₂	19 ^{cd}	4.2 ^c	3.4
I ₃	17 ^d	5.5 ^c	2.4
I ₄	20 ^{cd}	8.5 ^{ab}	1.9
I ₅	-	-	-
I ₆	31 ^b	10.3 ^a	2.4
I ₇	28 ^{bc}	5.9 ^b	3.6
I ₈	43 ^a	4.9 ^c	7

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آزمون توکی فاقد تفاوت معنی‌دار ($p < 0.05$) می‌باشند.

Mean within a column followed by the same letter are not significantly different according to the Tukey test ($p < 0.05$).

تیمار آبیاری جویچه‌ای ۲ (I₈) با ۴۳ تن در هکتار، محصول بیشتری را نسبت به سایر شیوه‌های آبیاری به‌خود اختصاص داده بود؛ اما این شیوه آبیاری با هفت متر مکعب آب به‌ازای هر بوته حجم آبیاری بیشتری

جدول ۷. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده

Table 7. Correlation coefficients between measured traits

Trait	Proline	Glycine Betaine	Soluble sugars	Membrane stability index	Cluster Weight	Berry weight	Berry Width	Brix	Raisin weight	pH	Berry Phenol	Yield	WUE
Total chlorophyll	-0.26	-0.22	0.12	0.24	-0.17	0.01	-0.01	0.12	-0.11	0.29	0.11	-0.08	-0.33
Proline		0.58**	0.08	-0.32	-0.3	-0.34	-0.09	-0.08	-0.24	-0.28	-0.02	-0.23	0.11
Glycine Betaine			-0.51**	-0.49**	-0.37	-0.29	-0.33	0.15	-0.44*	-0.33	-0.12	-0.45*	0.1
Soluble sugars				-0.18	-0.30	-0.07	0.06	0.32	-0.23	-0.01	0.12	-0.55**	-0.14
M. stability index					0.37	0.19	0.21	-0.01	0.47*	0.29	0.31	0.14	-0.26
Cluster Weight						0.62**	0.47*	-0.15	0.68**	0.23	0.23	0.26	-0.02
Berry weight							0.63**	0.19	0.69**	0.52**	0.3	-0.04	-0.37*
Berry Width								0.19	0.55**	0.52**	0.37	-0.14	-0.46*
Brix									0.11	0.38*	0.23	-0.34	-0.6**
Raisin weight										0.51**	0.35	0.15	-0.28
pH											0.46*	-0.03	-0.47*
Berry Phenol												-0.7	-0.28
Yield													0.51**

* و **: وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

*, **: Significantly differences at 5 and 1% of probability levels, respectively.

کیلوگرم بر مترمکعب آب، بیشترین کارایی را داشتند (جدول ۶). آبیاری جویچه‌ای ۱ (I₁) در بسیاری از مناطق ایران مرسوم است و به دلیل کمبود آب، کشاورزان بیشتر از آن نمی‌توانند تاک‌ها را آبیاری کنند. اما کارایی مصرف آب در این روش آبیاری کمتر است. پس برای حفظ منابع آبی کشور و برای به‌دست آوردن انگور بیشتر، نصب اصولی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای ۲ (I₆) و قطره‌ای ۱ (I₄) که به ترتیب باعث حفظ ۱/۵ و ۲ مترمکعب آب به ازای هر تاک در یک سال زراعی می‌شود، ضرورت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

تغییر شیوه آبیاری جویچه‌ای به برخی از روش‌های آبیاری قطره‌ای از جمله قطره‌ای ۱ (I₄) و بابلر، (I₃) باعث بروز تنش کم‌آبی در تاک‌ها می‌گردد که موجب افزایش تنظیم‌کننده‌های اسمزی سلولی گردید. در شرایط کم‌آبی، میزان کلروفیل و فتوسنتز برگ و در نتیجه ذخیره‌سازی در حبه‌ها کاهش یافت. تغییر شیوه آبیاری از جویچه‌ای ۱ به قطره‌ای ۲ (I₆)، که شامل ۴-۵ قطره‌چکان هشت لیتری برای هر تاک می‌باشد، باعث حفظ آب به میزان ۱/۵ مترمکعب در هر تاک گردید. این شیوه آبیاری، بیشترین کارایی مصرف آب را داشت و برای تاکستان‌های قدیمی کشور که به‌صورت جویچه‌ای آبیاری می‌شوند، مناسب و قابل‌توصیه است. آبیاری جویچه‌ای ۲ (I₈)، هرچند عملکرد بیشتری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری دارد؛ اما به‌علت مصرف آب زیاد، برای مناطق کم‌آب مناسب نیست. سامانه‌های آبیاری بابلر (I₃) و ترکیب قطره‌ای و جویچه‌ای (I₂) به‌خاطر کارایی مصرف آب کم، روش خوبی برای تاک‌ها نمی‌باشد.

در مطالعه حاضر، میزان عملکرد تیمار قطره‌ای ۲ (I₆) علی‌رغم مصرف آب کمتر، تقریباً برابر با تیمار قطره‌ای ۳ (I₇) بود که به‌نوعی بیانگر کفایت آب مصرفی در تیمار I₆ برای به حداکثر رسیدن عملکرد، با توجه به ماهیت مقاومت به خشکی تاک می‌باشد. در این پژوهش، تغییر شیوه آبیاری از جویچه‌ای ۱ (I₁) به قطره‌ای ۲ (I₆)، موجب افزایش عملکرد و کاهش ۱/۵ مترمکعب آب به‌ازای هر تاک در یک فصل رشد در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای ۱ (I₁) می‌شود که با نتایج Bowen *et al.* (2012) و Tayel *et al.* (2008) نزدیکی دارد. تفاوت شیوه‌های آبیاری جویچه‌ای ۱ (I₁) و جویچه‌ای ۲ (I₈)، در تعداد نوبت آبیاری می‌باشد که آبیاری جویچه‌ای ۲ (I₈) به دلیل تعداد بیشتر آبیاری و در نتیجه تامین مناسب رطوبت خاک، عملکرد بیشتری را به خود اختصاص داده است.

Richards & Weaver (1944) شیوه آبیاری باغ سه ساله انگور بیدانه سفید را از جویچه‌ای به قطره‌ای تغییر دادند. نتایج نشان داد که بین آبیاری جویچه‌ای و قطره‌ای از نظر عملکرد تفاوتی وجود نداشت؛ اما درصد قند حبه در قطره‌ای بیشتر بود. تحقیقات انجام‌شده روی عملکرد ۲۴ رقم انگور نشان داد که بین تیمارهای قطره‌ای و جویچه‌ای تفاوتی وجود نداشت (Van Zyl & Huyssteen, 1988). در این پژوهش بین برخی تیمارهای قطره‌ای و جویچه‌ای ۱ تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد مشاهده نشد که با نتایج تحقیقات مذکور مشابهت دارد.

کارایی مصرف آب، حاصل تقسیم کیلوگرم انگور بر مترمکعب آب مصرفی می‌باشد (Viets, 1962). آبیاری قطره‌ای ۲ (I₆) و قطره‌ای ۱ (I₄) به ترتیب با ۱۰/۶ و ۸/۵

REFERENCES

1. Anonymous. (2017). Statistic: Agricultural statistics, third Volume- Horticultural Products. Agricultural Organization, from <http://www.maj.ir/statistic>. (in Farsi)
2. Araujo, F., Williams, L. E., Grimes, D. W. & Matthews, M. A. (1994). A comparative study of young 'Thompson Seedless' grapevines under drip and furrow irrigation. II. Growth and water use efficiency and nitrogen partitioning. *Scientia Horticulturae*, 60, 251-261.
3. Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
4. Basra, A. S. & Basra, R. K. (1997). Mechanisms of environmental stress resistance in plants. *Harwood Academic*, 1-43.
5. Bates, L. S., Waldren, R. P. & Tevre, I. V. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-207.
6. Bowen, P., Bogdanoff, C. & Estergaard, B. (2012). Effects of Converting from Sprinkler to Drip Irrigation on Water Conservation and the Performance of Merlot Grown on Loamy Sand. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(3), 385-393.

7. Chaves, M. M., Santos, T. P., Souza, C. R., Ortuno, M. F., Rodrigues, M. L., Lopes, C. M., Maroco, J. P. & Pereira, J. S. (2007). Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annals of Applied Biology*, 150(2), 237-252.
8. Choi, I. M., Lee, H. C., Yun, F. & Lee, C. H. (1997). Influence of number of cluster per vine on vine growth and fruit quality in 2-year-old Kyoho grape (*Vitis labruscana* L.). *Journal Horticultural Science of Korea*, 39(1), 134-139.
9. Dolati Baneh, H. (2016). *The grapevine comprehensive management of growing, production and processing*. University of Kurdistan. (in Farsi)
10. Ghaderi, N., Siosemardeh, A. & Shahoei, S. (2006). The effect of water stress on some physiological characteristics in Rashe and Khoshnove grape cultivars. *Acta Horticulturae*, 754, 317-322.
11. Ghaderi, N., Talayi, A., Ebadi, A. & Lesani, H. (2010). The effect of drought stress and again irrigation on physiological characteristics of Sahani, Farokhi and Sultania cultivars of grapevine. *Iranian Journal of horticultural Science*, 41(2), 179-188. (in Farsi)
12. Ghasedi, S. & Hadi, H. (2011). *Effect of foliar application of salicylic acid on physiological traits of mung bean under drought stress*. M. Sc. thesis. Faculty of Agriculture Urmia University, Iran. (in Farsi)
13. Goodwin, I. (1995). *Irrigation of Vineyards: A Winegrape Grower's Guide to Irrigation Scheduling and Regulated Deficit Irrigation*. 45 pages.
14. Grieve, C. M. & Grattan, S. R. (1983). Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. *Plant Soil*, 70, 303-307.
15. Heidari Sharif Abad, H. (2001). *Plant aridity and drought*. Research Institute of Forests and Rangeland. (in Farsi)
16. Iran Meteorological Organization. (2017). *Statistic: Yearbooke*, Retrieved August 15, 2017, from <http://irimo.ir/eng/wd/720-Products>. (in Farsi)
17. Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. & Sanchez-Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants. *Journal of Plant Physiology*, 55-60.
18. Jalili marandi, R., Hasani, A., Dolati Baneh, H., Azizi, H. & Haji Tagiloo, R. (2011). The Effect of soil moisture content on morphological and physiological characteristics of three varieties of grapes. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42(1), 31-40. (in Farsi)
19. Jones, H. G. (2004). Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2427-2436.
20. Kamangir, A. & Haddad, R. (2015). The effect of silicon on osmotic adjustment (prolin and glycine btaine) of grape under drought stress. In: *Proceedings of 1st International Conference on Biotechnology*, 24-26 May, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, 1-6.
21. Ley, T. W. (1994). *Irrigation system evaluation and improvement*. (Pp. 203-221) Good Fruit Grower, Yakima, Washington.
22. Marinova, D., Ribarov, F. & Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bolgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40(3), 255-260.
23. Mazaheri, M., Kamgar-Haghighia, A. A., Razzaghia, F., Sepaskhaha, A. R., Zand-Parsaa, S. & Eshghi, S. (2016). Physiological and yield responses of rainfed grapevine under differentsupplemental irrigation regimes in Fars province. *Scientia Horticulturae*, 202, 133-141. (in Farsi)
24. Mehry, H. R., Ghobadi, S., Bani Nasab, B., Ehsan Zadeh, B. & Gholami, M. (2014). Evaluation of physiological and morphological responses of four cultivars of Iranian grape to drought stress in vitro environment. *Journal of Plant Process and Function*, 3(10), 115-125. (in Farsi)
25. Mullins, M. G., Bouquet, A. & Williams, L. E. (2004). *Biology of the grapevine*. (4th ed.). *Biology of Horticultural Crops*, 178.
26. Myburgh, P. A. (2003). Responses of *Vitis vinifera* L. cv. Sultanina to level of soil water depletion under semi-arid conditions. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 24(1), 16-24.
27. Nejatian, M. A. (2014). *A complete guide of grape production and processing*. (Pp. 21-25) Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi)
28. Nejatian, M. A. (2014). *A complete guide of grape production and processing*. (Pp.70) Agricultural Extension and Education Publications. (in Farsi)
29. Nikanfar, R. & Rezayi, R. (2015). The response of old grapevines to switch irrigation system from surface to drip or babbler. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 16(2), 161-170. (in Farsi)
30. Patakas, A. (2000). Changes in the solutes contributing to osmotic potential during leaf ontogeny in grapevine leaves. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51(3), 223-226.
31. Pire, R. & Ojeda, M. (1999). Vegetative growth and quality of grapevine Cheninblanc irrigated under three pan evaporation coefficients. *Fruits-Paris*, 54(2), 135-139.

32. Poni, S., Bernizzoni, F. & Civardi, S. (2007). Response of "Sangiovese" grapevines to partial root-zone drying: Gas-exchange, growth and grape composition. *Scientia Horticulturae*, 114, 96-103.
33. Richards, L. A. & Weaver, L. R. (1944). Fifteen atmosphere percentage as related to the permanent wilting percentage. *Soil Science*, 56, 331-339.
34. Saayman, D. & Lambrechts, J. J. N. (1995). The effect of irrigation system and crop load on the vigour of Barlinka table grapes on a sandy soil, Hex River Valley. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 16, 26-34.
35. Sarima, R. K. & Srivastava, G. C. (2002). Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current Science*, 82, 1227-1238.
36. Shearer, M. N. (1978). Comparative efficiency of Irrigation systems. In: Proceedings of *irrigation association technical conference*, February, Cincinnati, Ohio.
37. Sheng, D. T., Shao-Zhong, K., Bo-Yuan, Y. & Jian-hua, Z. (2013). Alternate furrow irrigation: A practical way to improve grape quality and water use efficiency in arid northwest China. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(3), 509-519.
38. Shiferaw, B. & Baker, D. A. (1996). An evaluation of drought screening techniques for *Eragrostis tef*. *Tropical Science*, 36, 74-85.
39. Smart, R. E., Turkington, C. R. & Evans, J. C. (1974). Grapevine response to furrow and trickle irrigation. *American Journal of Enology and Viticulture*, 25, 62-66.
40. Soar, C. J. & Loveys, B. R. (2007). The effect of changing patterns in soil-moisture availability on grapevine root distribution, and viticultural implications for converting full- cover irrigation into a point-source irrigation system. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13(1), 2-13.
41. Stegman, E. C. (1983). Irrigation scheduling: applied timing criteria. In: D. Hillel (Ed), *Advances in Irrigation*, 2, 1-30.
42. Taher Khani, A. & Golchin, A. (2011). Effect of drought stress on yield of grape Var. Sultana in region of Talestan. *Journal of Horticultural Science*, 26(2), 215-222.
43. Talayi, A., Ghaderi, N., Ebadi, A. & Lesani, H. (2010). Biochemical response to changes of soil moisture in two var. of Sahani and Sultania vines. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 42(3), 301-308. (in Farsi)
44. Tayel, M. Y., El Gindy, A. M. & Abdel-Aziz, A. A. (2008). Effect of Irrigation Systems on: III- Productivity and Quality of Grape Crop. *Journal of Applied Sciences Research*, 4(12), 1722-1729.
45. Tehran Chamber of Commerce Industries Mines and Agriculture. (2017). *Statistic: 2017*, <http://TCCIMA.IR/Statistic>. (in Farsi)
46. Van Zyl, J. L. & Van Huyssteen, L. (1988). Irrigation Systems-Their Role in Water Requirements and the Performance of Grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 9(2), 3-8.
47. Viets, F.G. (1962). Fertilizers and the efficient use of water. *Advances in Agronomy*, 14, 223-264.